

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 3 月 11 日 (11.03.2004)

PCT

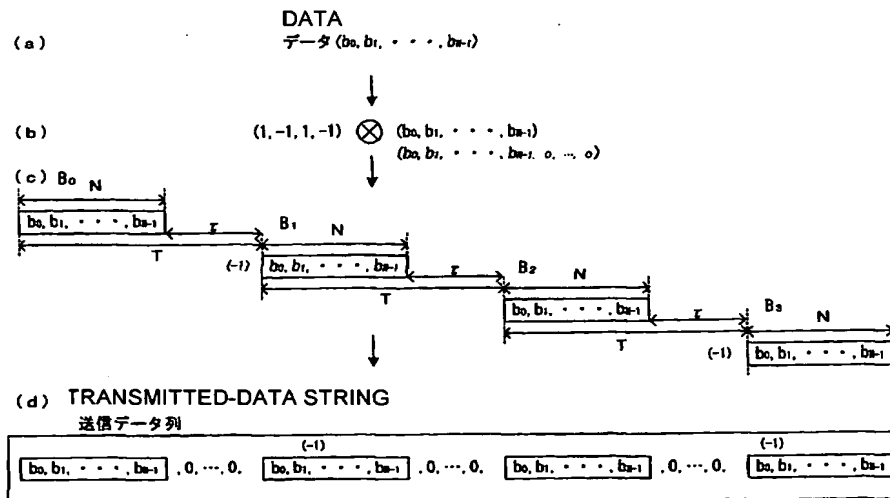
(10) 国際公開番号
WO 2004/021597 A1

- (51) 国際特許分類: H04B 1/707
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011017
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 29 日 (29.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-255405 2002 年 8 月 30 日 (30.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): よこはまティーエルオー株式会社 (YOKOHAMA TLO COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区 常盤台 79 番 5 号 Kanagawa (JP).
(72) 出願人 および 発明者: 末広 直樹 (SUEHIRO, Naoki) [JP/JP]; 〒305-0031 茨城県つくば市 吾妻 3-18-14 Ibaraki (JP).
(72) 発明者; および 発明者/出願人 (米国についてのみ): 韓 承鎬 (HAN, Chenggao) [CN/JP]; 〒305-0006 茨城県つくば市 天王台 1-1-1 筑波大学システム情報工学研究科内 Ibaraki (JP).
(74) 代理人: 塩野入 章夫 (SHIONOIRI, Akio); 〒251-0024 神奈川県 藤沢市 鶴沼橋 1 丁目 1 番 4 号 セントラルビル 6 階 Kanagawa (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: TRANSMITTED-SIGNAL PRODUCING METHOD, COMMUNICATING METHOD, AND DATA STRUCTURE OF TRANSMITTED SIGNAL

(54) 発明の名称: 送信信号形成方法、通信方法、及び送信信号のデータ構造



(57) Abstract: In a transmitted-data modulation by spread spectrum, attention is given to not spread series themselves but transmitted-data string, thereby providing alienation of the periodic spectrum of transmitted signals, reducing extension of the signal amplitude, and reducing the dynamic range of an amplifier on the receiving side. The transmitted-signal producing method comprises a step of producing a plurality of transmitted data by multiplying transmitted data by coefficients of a predetermined coefficient string, and a step of producing a transmitted-data string by adding zero data of a predetermined length between ones of the plurality of transmitted data as multiplied by the coefficients.

(57) 要約: スペクトラム拡散による送信データの変調において、拡散系列自体ではなく、送信データ列に着目することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とし、信号の振幅の広がりを小さくし、受信側の増幅器のダイナミック

[続葉有]



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

レンジを小さくする。送信信号形成方法は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成する工程と、この係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の0データを付加して送信データ列を形成する工程を備える。

送信信号形成方法、通信方法、及び送信信号のデータ構造

5 技術分野

本発明は、送信信号の形成方法、その送信信号を用いた通信方法、及び送信信号のデータ構造に関し、特に、移動体通信等のマルチパス環境に好適である。

背景技術

10 セルラー無線通信や種々のモバイル環境下において、データ通信の需要の増加に伴い、無線周波数資源の利用率を高める技術が求められている。例えば、CDMA方式による通信方式では、拡散系列の相関特性や伝送経路のマルチパス特性によるチャネル間干渉が周波数利用率を制限する要因となっている。

15 直交周波数分割多重（OFDM）を用いた方式は、正弦波を用いた周波数多重であるため、マルチパスの影響は信号電力のフェーディングとして現れ、送信の正弦信号とマルチパスの正弦信号とを分離することが難しいという問題がある。

一方、CDMA方式によれば、パイロット信号を使うことにより、同
20 一周波数及び同一時間において、送信信号とマルチパス信号とを分離することができる。

CDMA方式は、スペクトラム拡散通信方式を用いた多元接続方法である。このスペクトラム拡散通信方式は拡散符号系列を用いて変調が行われる。拡散符号系列として、例えば自己相関のない周期系列が用いら
25 れる。

元の送信信号とマルチパスによる信号とを分離する拡散符号系列とし

て、例えば、完全相補系列を用いた通信方式が提案されている。完全相補系列は、各系列の自己相関関数の和が、0シフト以外の全てのシフトで0となる自己相関特性と、各系列の相互相関関数の和が、全てのシフトにおいて常に0になる相互相関特性を備える系列である。完全相補系列を用いて、サイドローブやチャンネル間干渉がないZCZ（周期的無相関領域）-CDMA信号を形成し、送信信号の周期スペクトラムが無相関となるようにしている。これにより、パイロット信号と送信信号に同周波数及び同時間を割り当てることができる。

従来提案されている完全相補系列を用いたスペクトラム拡散通信方式では、デジタル変調された無線信号の振幅の広がりが大きくなり、大きなダイナミックレンジが必要となるという問題がある。

図12は、拡散符号系列として完全相補系列を用いた信号例を示している。A0（=++++-+-+-+）の信号列は、完全相補系列を用いて形成した2値信号の一例である。なお、「+」は「1」を表し、「-」は「-1」を表している。

この信号例において、マルチパス特性が受信信号に対して遅延時間として現れると、マルチパス伝送路を通過した受信信号は「1, 2, 3, 1, 1, 1, …」の信号列として受信される。この信号の振幅の広がり例えば0から3までとなり、受信側の増幅器はこの振幅の広がりに対応したダイナミックレンジを備える必要がある。

このように振幅の広がりに対して十分なダイナミックレンジが得られない場合には、増幅器の入出力特性が備える非線形性により出力信号に歪みが生じ、入力信号が持つ周波数帯域以外の帯域にも周波数スペクトルが生じ、スプリアス特性が劣化する。また、出力波形がひずむことにより、受信側で符号間干渉が生じて誤り率が劣化することにもなる。また、増幅器の直線性の良好な部分を用いて信号増幅を行うには増幅器の

消費電力が増加する。消費電力の増加は、移動体端末の待ち受け時間を短縮する要因となる。

そこで、本発明は前記した従来の問題点を解決し、スペクトラム拡散による送信データの変調において、信号の振幅の広がりを小さくすることを目的とし、また、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さくすることを目的とする。

発明の開示

スペクトラム拡散による送信データの変調において、従来技術では拡散系列自体を工夫することにより送信信号の周期スペクトラムを無相関としている。これに対して、本発明は、スペクトラム拡散による送信データの変調において、従来のように拡散系列自体ではなく、送信データ列に着目することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とする。送信信号の周期スペクトラムを無相関とすることにより、信号の振幅の広がりを小さくし、また、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さく抑える。

本発明の送信信号形成方法は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成する工程と、この係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の0データを付加して送信データ列を形成する工程を備え、これにより形成された送信データ列を送信信号とする。

ここで、送信データは、伝送内容の情報を含むデジタルデータである。一方、形成された送信データ列は送信信号となり、送信データを複数配列して形成される。複数の送信データの配列において、各送信データには所定の係数列の各係数が乗ぜられ、送信データと所定の長さの0データが交互に配列されてなる。

送信データ列を形成する第1の方法は、係数を乗じた複数の送信データを、その送信データのデータ長よりも長い時間で遅延させて間隔を開

けて配列し、隣接する送信データ間に所定個数の 0 データを配置する。

また、送信データ列を形成する第 2 の方法は、送信データの後方に所定個数の 0 データを付加し、0 データを付加した送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、係数を乗じた複数の送信データを係数列の係数順に配列して送信データ列を形成する。あるいは、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、係数を乗じた各送信データの後方に所定個数の 0 データを付加し、0 データを付加した各送信データを形成列の係数順に配列して送信データ列を形成する。

- 10 また、本発明の送信信号形成方法の他の態様は、異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成する信号形成方法であり、異なる二つの送信データ列の任意の組み合わせにおいて、送信データ列に含まれる有限個数の送信データが、非周期相互相関関数が 0 となる範囲を備えるように送信データ列を形成する。非周期相互相関関数は、無限個数でない有限個数の送信データを有する送信データ列同士の相互相関関数である。
- 15 この相互相関関数が 0 となる範囲を備えるように、有限個の送信データを備える送信データ列を形成することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とする。

- 20 本発明の送信信号形成に用いる係数列は Z C Z 系列から選択することができ、完全相補系列から選択した任意のベクトル行の係数列とすることができ、ユニタリ行列を用いて形成することができる。

本発明の通信方法は、本発明の送信信号形成方法で形成した送信データ列を送信し、この送信データ列の形成に用いた係数列に対応する整合フィルタを通して送信データを受信する。

- 25 本発明の通信方法において、送信データ列をマルチパス特性を測定するパイロット信号とし、このパイロット信号を受信することにより伝送

経路のマルチパス特性を求めることができる。

本発明の通信方法の他の態様において、異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、送信データ列から選択した少なくとも一つをパイロット信号とし、他の送信データ列を送信信号とする。パイロット信号の受信信号からマルチパス特性を求め、求めたマルチパス特性を用いて送信信号の受信信号からマルチパス特性を除去して送信データを求める。

パイロット信号及び送信信号は、周期スペクトラムが互いに無相関であり、対応する整合フィルタを通すことにより、各信号を分離することができる。また、パイロット信号は、送信信号と受信信号との関係からマルチパス特性を求めることができ、このマルチパス特性と受信信号から送信信号を求めることができる。

本発明の送信信号のデータ構造は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて得られる複数の送信データ間に所定長の0データを付加してなるデータ構造であり、本発明の送信信号形成方法により形成することができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の送信信号形成方法、及び本発明の送信信号のデータ構造を説明するための概略図であり、第2図はユニタリ行列の一例を示す図であり、第3図は送信データにユニタリ行列を適用して形成した本発明の送信データ列の例を示す図であり、第4図は本発明の送信データと送信データ列との関係を表す図であり、第5図は本発明の入出力信号と整合フィルタとの関係を示す図であり、図6は信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態を説明するための図であり、図7は、本発明のパイロット信号と送信信号との関係を説明するための図であり、図8

は本発明のパイロット信号によるマルチパス特性の検出を説明するための図であり、図 9 は本発明の送信信号の通信状態を説明するための図であり、図 10 は本発明の送信信号の通信状態を説明するための図であり、図 11 は本発明に適用する整合フィルタの一構成例を示す図であり、図 12 は拡散符号系列として完全相補系列を用いた信号例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を用いて本発明を実施するための最良な形態における送信信号形成、通信方法、及び送信信号のデータ構造を説明する。以下、本発明の実施の形態について、図を参照しながら詳細に説明する。

図 1 は本発明の送信信号形成方法、及び本発明の送信信号のデータ構造を説明するための概略図である。

本発明は、拡散系列を用いることにより、送信データ b ($= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$) (図 1 (a) に示す) から送信データ列 (図 1 (c) に示す) を形成し、この送信データ列を送信信号とする。なお、 N は任意の整数とし、送信データのデータ長は任意の N ビットとする。

送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ (図 1 (a) に示す) から送信データ列 B を形成するには、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ に所定の拡散系列の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じることにより (図 1 (b) に示す)、複数の送信データ $B_0 (= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_1 (= (-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_2 (= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_3 (= (-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$ を形成する。なお、送信データ b ($= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$) に所定の拡散系列の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じる処理は、図 1 (b) に

示すように、クロネッカー積で表すことができる。

次に、図 1 (c) に示すように、各係数を乗じた複数の送信データをそれぞれ所定長 T だけ遅延させて間隔を開けて配列し、各送信データ間に遅延時間 τ に対応する所定個数の 0 データを配置する。なお、所定長 T は送信データの長さ N よりも長く設定し、 $(T - N)$ ビット分の 0 データを配置する。これにより、図 1 (d) に示すような送信データ列が形成される。送信データ間の間隔は、送信データの終了端から次の送信データの開始端までを所定時間 τ だけ遅延させて形成する。このように複数の送信データを配列することによって、各送信データ間には $(T - N)$ ビット分に相当する時間の間隔が開けられる。

なお、所定の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じた送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ を、所定時間遅延させる代わりに、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ の後方に $(T - N)$ ビット分の 0 データを付加して全体のデータ長が T ビットの送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$ を形成し、この 0 データを付加した送信データに所定の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じることにより、複数の送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$ を形成し、これらを係数列の順に配列することにより送信データ列を形成することもできる。この $(T - N)$ ビット分の 0 データの付加は、時間 τ だけ遅延させる操作に対応している。

ここで用いる ZCZ 系列は、ゼロ自己相関領域特性とゼロ相互相関領域特性を備える周期的ゼロ相関領域を持つ系列であり、例えば、所定の係数列として完全相補系列を用いることができる。完全相補系列は、各

系列の自己相関関数の和が、0シフト以外の全てのシフトで0となる自己相関特性と、各系列の相互相関関数の和が、全てのシフトにおいて常に0になる相互相関特性を備える系列であり、例えば、図2に示すユニタリ行列を用いることができる。

- 5 図3は、送信データ $A_0 \sim A_3$, $B_0 \sim B_3$, $C_0 \sim C_3$, $D_0 \sim D_3$ に、ユニタリ行列の各ベクトル行の各係数を乗じ、所定数の0データを付加することで得られる送信データ列の例を示している。

- 元を送信データとして $(1, 0, 0, 0)$ を用い、図2に示すユニタリ行列の各ベクトル行の各係数を乗じることにより、複数の送信データが形成される。ユニタリ行列の第1行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応してそれぞれ $A_0 = (1, 0, 0, 0)$, $A_1 = (1, 0, 0, 0)$, $A_2 = (1, 0, 0, 0)$, $A_3 = (1, 0, 0, 0)$ となる。また、ユニタリ行列の第2行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $B_0 = (1, 0, 0, 0)$, $B_1 = (-1, 0, 0, 0)$, $B_2 = (1, 0, 0, 0)$, $B_3 = (-1, 0, 0, 0)$ となり、ユニタリ行列の第3行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $C_0 = (1, 0, 0, 0)$, $C_1 = (1, 0, 0, 0)$, $C_2 = (-1, 0, 0, 0)$, $C_3 = (-1, 0, 0, 0)$ となり、ユニタリ行列の第4行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $D_0 = (1, 0, 0, 0)$, $D_1 = (-1, 0, 0, 0)$, $D_2 = (-1, 0, 0, 0)$, $D_3 = (1, 0, 0, 0)$ となる。

- 送信データ列は、これらの複数の送信データを遅延させ、0データを付加することにより形成される。図4は、送信データと送信データ列との関係を一般式で表している。ここで、送信データ $A \sim D$ を、それぞれ $A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1})$, $B = (b_0, b_1, \dots, b_{N-1})$, $C = (c_0, c_1, \dots, c_{N-1})$, $D = (d_0, d_1, \dots, d_{N-1})$ で表したとき、送信デ

ータ列は図 4 (a) 中の行列式で表すように 0 データを付加して形成することができる。

また、送信データ A ~ D を、それぞれ $A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $B = (b_0, b_1, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $C = (c_0, c_1, \dots, c_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $D = (d_0, d_1, \dots, d_{N-1}, 0, \dots, 0)$ で表した場合、送信データ列は図 4 (b) 中の行列式で表すことができる。

次に、形成した送信信号を用いた本発明の通信方法について説明する。

形成した送信信号は、その送信信号の形成に用いた拡散系列の各係数に対応した整合フィルタ（マッチドフィルタ）により取り出すことができる。例えば、整合フィルタは、送信データ A を逆拡散して取り出すフィルタであり、送信データ A の形成に用いた拡散系列の係数に対応して形成される。

入出力信号と整合フィルタとの関係は、拡散系列が備える完全相補性に基づいて定まる。図 5 は入出力信号と整合フィルタとの関係を示す図である。

例えば、図 5 (a) において、信号 A を信号 A の整合フィルタに通した場合には、自己相関特性からインパルス状の信号を得ることができるが、信号 A を信号 A の整合フィルタ以外の整合フィルタ（信号 B の整合フィルタ ~ 信号 D の整合フィルタ）に通した場合には、相互相関特性から信号は得られない。

また、図 5 (b) において、信号 B を信号 B の整合フィルタに通した場合には、自己相関特性からインパルス状の信号を得ることができるが、信号 B を信号 B の整合フィルタ以外の整合フィルタ（信号 A の整合フィルタ、信号 C の整合フィルタ、信号 D の整合フィルタ）に通した場合には、相互相関特性から信号は得られない。

次に、本発明の送信信号形成により、送信信号の振幅の広がりや抑え

られることについて説明する。

本発明の送信信号形成では、Z C Z系列の係数を乗じた複数の送信データが遅延させて配列することにより、有限個の送信データによるデータ列において周期的ゼロ相関領域を持たせ、インパルス状の信号を形成
5 することができる。

図6を用いて、信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態について説明する。

図6(a)は、信号Aを信号Aの整合フィルタに通したときのデータ列の状態を示している。

10 本発明による送信信号は、完全相補系列に基づいたZ C Z系列に遅延時間を適用して、

$$a A = a (A_0) 0 + a (A_1) T + a (A_2) 2T + a (A_3) 3T$$

で表すことができる。ここで、(・) TはTタイムスロット(Tチップ)の時間遅延を表しており、a Aの信号長は4 Tとなる。

15 なお、図3で示したデータ信号Aは、上記式において(A_N)の信号を(1, 0, 0, 0)とし、T=9とした場合に対応している。

この信号Aを信号Aの整合フィルタに通して得られる信号は、信号Aと整合フィルタAとのコンボリューションにより求めることができ、

$$a A * A_f = 4 a (x, x, \dots, x, x, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, x, x, \dots, x, x)$$

20 で表される。なお、A_fは整合フィルタに対応している。

上記式から、得られる信号はインパルス状となり、振幅の広がりを抑えることができる。

一方、図6(b)は、信号Bを信号Aの整合フィルタに通したとき
25 のデータ列の状態を示している。

送信信号Bは

$$a B = a (B_0) 0 - a (B_1) T - a (B_2) 2T + a (B_3) 3T$$

で表される。なお、図 3 で示したデータ信号 B は、上記式において (B_N) の信号を (1, 0, 0, 0) とし、T = 9 とした場合に対応している。

この信号 B を信号 A の整合フィルタに通して得られる信号は、信号 B
5 と整合フィルタ A とのコンボリューションにより求めることができ、信号 B を信号 A の整合フィルタに通したときの信号は、

$$a B * A_f = a (0, 0, \dots, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, \dots, 0, 0)$$

10 で表される。なお、上記二つの式において、a は送信時の信号振幅を表している。

このことは、本発明により形成される送信データ列によれば、複数の送信データ列の任意の組み合わせにおいて、有限個数の送信データは非周期相互相関関数が 0 となる範囲 (図 6 (b) 及び上記 $a B * A_f$ 中の (-1) で挟まれる連続する 0 の範囲) を備えることを表している。な
15 お、非周期相互相関関数は、長さが無限としたときの周期相互相関関数である。

本発明の通信方法では、形成される送信信号の少なくとも一つをパイロット信号とし、信号が送信されるマルチパス伝送路のマルチパス特性の検出、及びマルチパス特性を除去した送信信号の検出に適用すること
20 ができる。図 7 は、パイロット信号と送信信号との関係を説明するための図である。

図 7 において、例えば、信号 A をパイロット信号とし、マルチパス伝送路 P を通過させた後、信号 A の整合フィルタ A を通して出力信号 p を求めると、この出力信号 p からマルチパス伝送路のマルチパス特性 P を
25 求めることができる。

信号 B ~ 信号 D を送信信号としたとき、パイロット信号と同じマルチ

パス伝送路 P を同時に通過した場合には、マルチパス伝送路 P から同じマルチパス特性の影響を受けることになる。そのため、各整合フィルタ B, C, D を通して得られる出力信号 q, r, s 中には同一のマルチパス特性が含まれる。そこで、パイロット信号により求めたマルチパス特性 P を用いて、出力信号 q, r, s からマルチパス特性 P を除去することにより、送信信号 B, 送信信号 C, 及び送信信号 D を求めることができる。

ここで、マルチパス特性 P を $P = (p_0, p_1, p_2, p_3)$ とする。なお、 p_k はタイムスロット 0, 1, 2, 3 の各遅延時間におけるマルチパスファクターである。このマルチパス特性 P は、例えば、マルチパス伝送路を通過したパイロット信号をパイロット信号の整合フィルタで検出することにより求めることができる。

前記したように、送信データに Z C Z 系列の一係数列に遅延時間を適用して送信信号 a A を形成し、この送信信号 a A をマルチパス伝送路 P を通過させた後、信号 A の整合フィルタで検出して受信信号 a A' を受信する。図 8 はパイロット信号によるマルチパス特性の検出を説明するための図である。

a A' は、図 8 に示すように、各遅延時間毎の出力信号を加算して求めることができ、以下の式で表すことができる。

$$a A' = 4 a (x, x, \dots, x, x, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, p_0, p_1, p_2, p_3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, x, x, \dots, x, x)$$
 なお、x はある値を表している。

したがって、受信信号 a A' はマルチパス特性 $P = (p_0, p_1, p_2, p_3)$ を分離可能な状態で含んでいる。

一方、同じマルチパス伝送路を通過した送信信号は、以下のように表すことができる。なお、図 9, 図 10 は送信信号の通信状態を説明する

ための図である。

送信データを (b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5) (図 9 (a)) とし、Z C Z 系列のパイロット信号の形成に使用した係数列とは異なる係数列を用いて、送信信号を形成する。

5 Z C Z 系列の他の係数列を B とすると、

$$B = (B 0) 0 + (B 1) T + (B 2) 2T + (B 3) 3T$$

で表すことができる (図 9 (b))。

送信信号は、送信データと係数列 B を用いて、

10 (b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, -b 0, -b 1, -b 2, -b 3, -b 4, -b 5, 0, 0, 0, b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, -b 0, -b 1, -b 2, -b 3, -b 4, -b 5, 0, 0, 0) により表される (図 9 (c))。

ここで、マルチパス伝送路 P を通過した信号を B'' とすると、信号 B の整合フィルタで検出される受信信号は、信号 B'' と整合フィルタ B とのコンボリューションにより求めることができ、

$$\begin{aligned} & B'' * B f \\ & = 4 p 0 (\cdots, x, 0, 0, 0, b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, x, x, x, x \cdots) \\ & \quad + 4 p 1 (\cdots, x, x, 0, 0, 0, b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, x, x, x \cdots) \\ & \quad + 4 p 2 (\cdots, x, x, x, 0, 0, 0, b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, x, x, \cdots) \\ & \quad + 4 p 3 (\cdots, x, x, x, x, 0, 0, 0, b 0, b 1, b 2, b 3, b 4, b 5, 0, 0, 0, x, \cdots) \\ & = (\cdots, x, x, x, x, q 1, q 2, q 3, q 4, q 5, q 6, q 7, q 8, x, x, x, x, \cdots) \end{aligned}$$

25

で表される。なお、 B_f は整合フィルタ B に対応している。

ここで、 $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8$ は、整合フィルタの出力として直接求めることができる。

図 10 (a) は、送信信号、マルチパス伝送路のマルチパス特性 P 、
5 B の整合フィルタの出力との関係を概略的に示しており、これらの間の関係は図 10 (a) に示される関係式で表すことができる。

図 10 (a) に示される関係式において、 (p_0, p_1, p_2, p_3) はパイロット信号を検出することにより求めることができ、 $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8)$ は送信信号を検出することにより求めることができる。
10

したがって、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ は、 (p_0, p_1, p_2, p_3) 及び $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8)$ を用いて、前記式から求めることができる。

次に、整合フィルタの一構成例について説明する。

図 11 は、整合フィルタの一構成例を示しており、図 4 に示した信号 $A \sim D$ に対する整合フィルタの例である。なお、信号 $A \sim D$ は ZCZ 系列に遅延を適用して形成される。
15

図 11 (a) は、図 3 示す系列の一番目のベクトル行 $(1, 1, 1, 1)$ に対応する信号 A の整合フィルタの一構成例であり、遅延時間として 9τ の場合を示している。図 11 (b), (c), (d) は、それぞれ $(1, -1, 1, -1)$, $(1, 1, -1, -1)$, $(1, -1, -1, 1)$ の各ベクトル行に対応する信号 B , 信号 C , 及び信号 D の整合フィルタの一構成例であり、同じく遅延時間として 9τ の場合を示している。
20

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、送信データに ZCZ 系列の係数を乗ずると共に、これらを遅延させて送信することにより、
25 送信信号の周期スペクトラムは無相関となり、各信号の振幅の広がり

15

小さくすることができる。

また、信号の振幅の広がり小さくすることにより、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さく抑えることができる。

産業上の利用可能性

- 5 本発明の送信信号形成方法、通信方法、送信信号のデータ構造は、移動体通信等のマルチパス環境に好適である有用である。

10

15

20

25

請 求 の 範 囲

1. 送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、当該係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の0データを付加して送信データ列を形成し、当該送信データ列を送信信号とすることを特徴とする、送信信号形成方法。
5
2. 係数を乗じた前記複数の送信データを、当該送信データのデータ長よりも長い時間遅延させて間隔を開けて配列し、隣接する送信データ間に所定個数の0データを配置することを特徴とする、請求の範囲第1項記載の送信信号形成方法。
- 10 3. 後方に所定個数の0データを付加した送信データに所定の係数列の各係数を乗じること、あるいは、所定の係数列の各係数を乗じた送信データの後に所定個数の0データを付加することにより複数の送信データを形成し、
当該係数を乗じた複数の送信データを形成列の係数順に配列して送信データ列を形成することを特徴とする、請求の範囲第1項記載の送信信号形成方法。
15
4. 異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、
当該複数の送信データ列の任意の組み合わせにおいて、当該送信データ列の有限個数の送信データは非周期相互相関関数が0となる範囲を備えるよう形成することを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第3項の何れか一つに記載の送信信号形成方法。
20
5. 前記係数列は、完全相補系列から選択した任意のベクトル行の係数列であることを特徴とする、請求の範囲第1項乃至第4項の何れか一つに記載の送信信号形成方法。
- 25 6. 前記完全相補系列は、ユニタリ行列から形成することを特徴とする、請求の範囲第5項に記載の送信信号形成方法。

17

7. 請求の範囲第1項乃至第6項の何れか一つに記載の送信データ列を送信し、当該送信データ列の形成に用いた係数列に対応する整合フィルタを通して送信データを受信することを特徴とする、通信方法。

5 8. 前記送信データ列をマルチパス特性を測定するパイロット信号とし、受信した信号は伝送経路のマルチパス特性を有することを特徴とする、請求の範囲第7項に記載の通信方法。

9. 異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、前記送信データ列から選択した少なくとも一つをパイロット信号とし、他の送信データ列を送信信号とし、
10 パイロット信号の受信信号からマルチパス特性を求め、当該求めたマルチパス特性を用いて送信信号の受信信号からマルチパス特性を除去して送信データを求めることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載の通信方法。

15 10. 送信データに所定の係数列の各係数を乗じて得られる複数の送信データを所定時間遅延させて配列し、送信データ間に所定長の0データを付加してなるデータ構造を備えることを特徴とする、送信信号のデータ構造。

11. 前記請求の範囲第1項乃至第6項の何れか一つに記載の送信信号形成方法により形成されたことを特徴とする、送信信号のデータ構造。

20

25

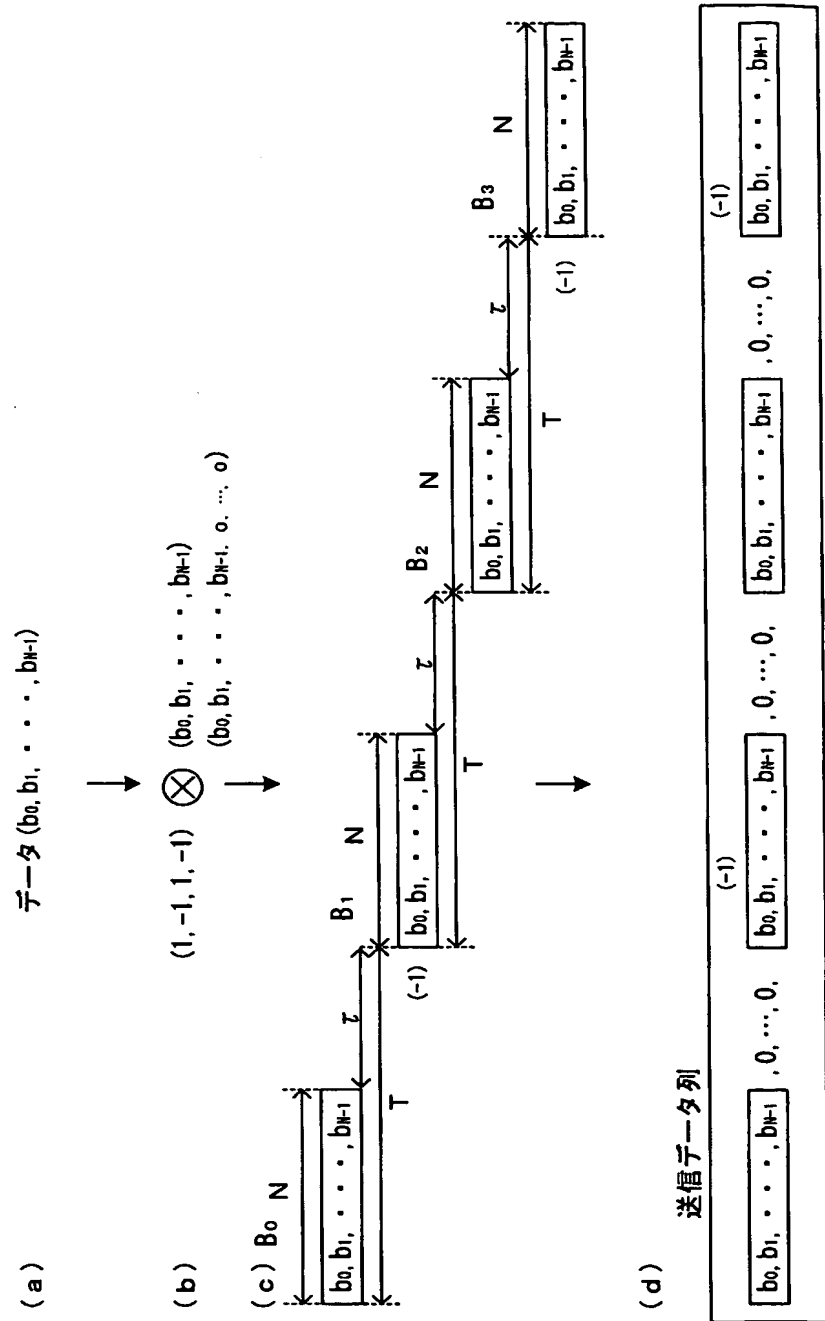


Fig. 1

2/12

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Fig. 2

$$\begin{aligned} A &= \begin{bmatrix} A_0 \\ B_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix} \\ B &= \begin{bmatrix} C_0 \\ D_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 \\ D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_2 \\ D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_3 \\ D_3 \end{bmatrix} \\ C &= \begin{bmatrix} D_0 \\ E_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ E_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_2 \\ E_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_3 \\ E_3 \end{bmatrix} \\ D &= \begin{bmatrix} F_0 \\ G_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ G_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_2 \\ G_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_3 \\ G_3 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Fig. 3

4/12

(a)

$$A = (a_0, a_1, \dots, a_N)$$

$$B = (b_0, b_1, \dots, b_N)$$

$$C = (c_0, c_1, \dots, c_N)$$

$$D = (d_0, d_1, \dots, d_N)$$

$$\begin{bmatrix} A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0 \\ B, 0, \dots, 0, -B, 0, \dots, 0, B, 0, \dots, 0, -B, 0, \dots, 0 \\ C, 0, \dots, 0, C, 0, \dots, 0, -C, 0, \dots, 0, -C, 0, \dots, 0 \\ D, 0, \dots, 0, -D, 0, \dots, 0, -D, 0, \dots, 0, D, 0, \dots, 0 \end{bmatrix}$$

(b)

$$A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, 0, \dots, 0)$$

$$B = (b_0, b_1, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$$

$$C = (c_0, c_1, \dots, c_{N-1}, 0, \dots, 0)$$

$$D = (d_0, d_1, \dots, d_{N-1}, 0, \dots, 0)$$

$$\begin{bmatrix} A, A, A, A \\ B, -B, B, -B \\ C, C, -C, -C \\ D, -D, -D, D \end{bmatrix}$$

Fig. 4

5/12

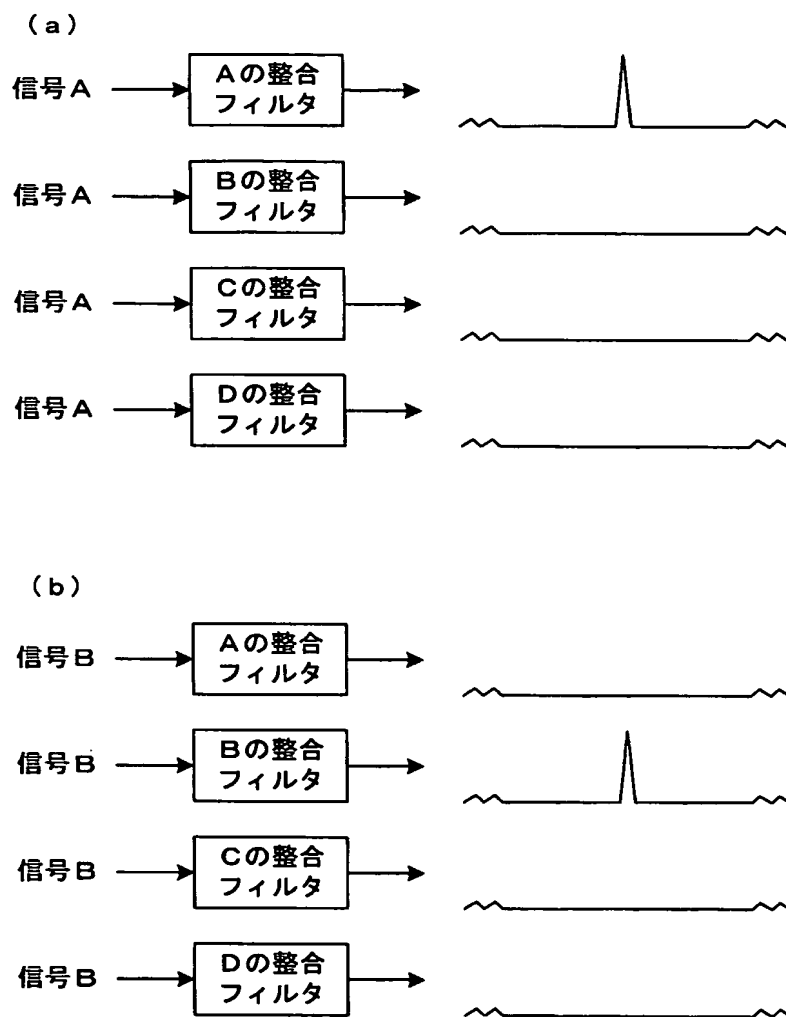
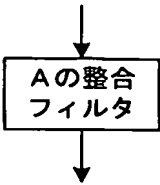


Fig. 5

(a)

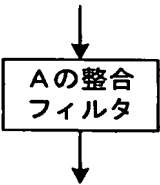
信号A 100000000100000000100000000100000000



...003000000000400000000300000000200000000...

(b)

信号B 100000000-100000000-100000000100000000



...00-1000000000000000000-100000000000000000...

Fig. 6

7/12

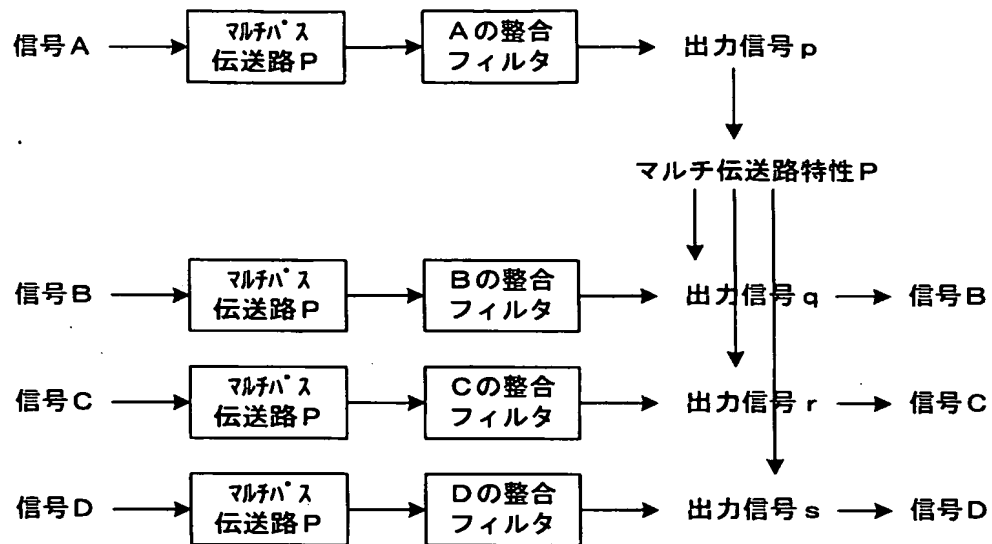


Fig. 7

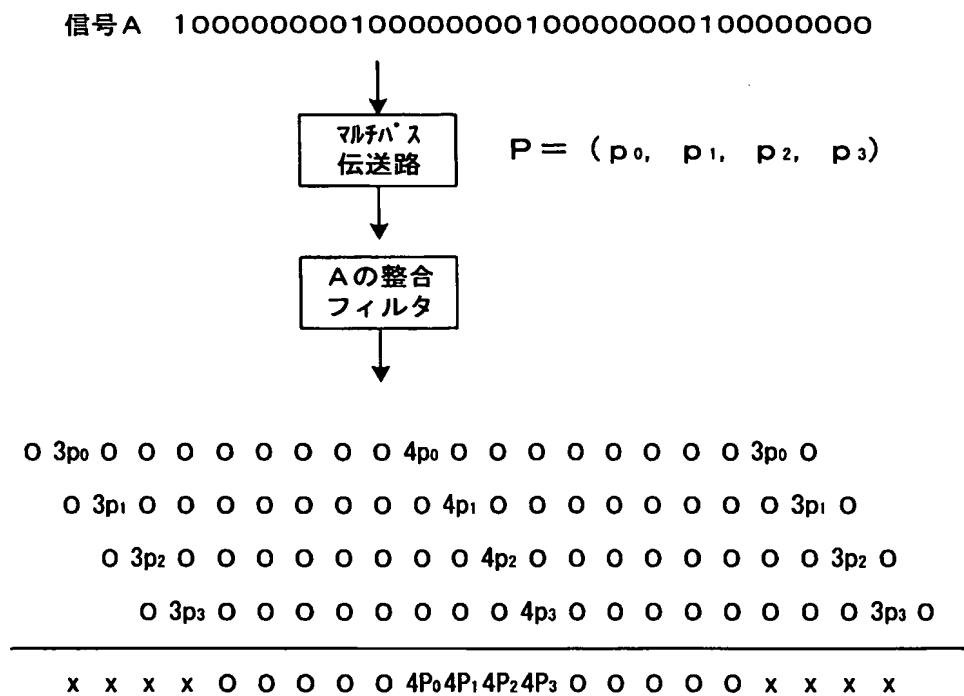


Fig. 8

(a)

送信データ

$(b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5)$

(b)

$$B = (B_0)_0 + (B_1)_1 + (B_2)_{2T} + (B_3)_{3T}$$
$$= (10000000-10000000010000000010000000-1000000000)$$

(c)

送信信号

$$\begin{aligned} &b_0 \ (100000000-1000000000100000000100000000-1000000000) \\ &+ b_1 \ 0100000000-1000000000100000000100000000-1000000000) \\ &+ b_2 \ 00100000000-1000000000100000000-1000000000) \\ &+ b_3 \ 000100000000-1000000000100000000-1000000000) \\ &+ b_4 \ 0000100000000-1000000000100000000-1000000000) \\ &+ b_5 \ 00000100000000-1000000000100000000-1000000000) \end{aligned}$$

$b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5 \ 0 \ 0 \ 0 - (b_0 b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5) \ 0 \ 0 \ 0 - (b_0 b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5) \ 0 \ 0 \ 0 \dots$

Fig. 9

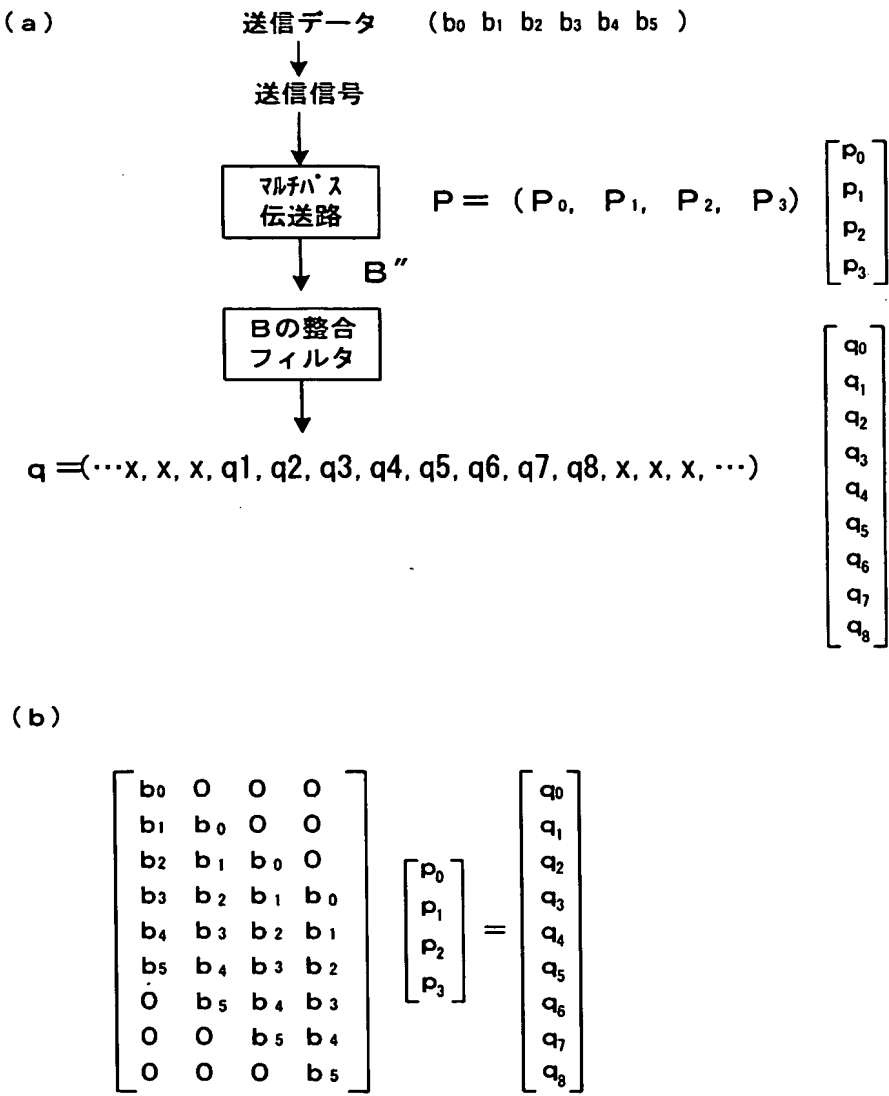
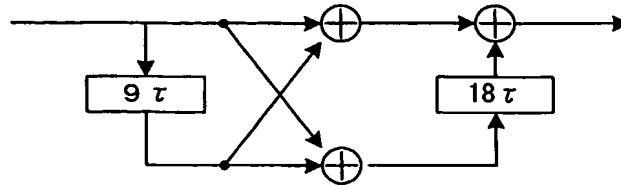


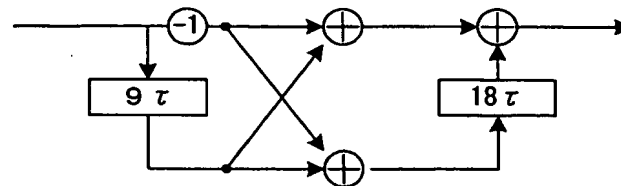
Fig. 10

11/12

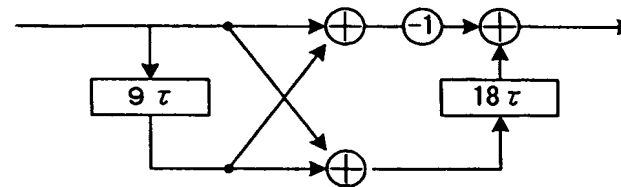
(a) Aの整合フィルタ



(b) Bの整合フィルタ



(c) Cの整合フィルタ



(d) Dの整合フィルタ

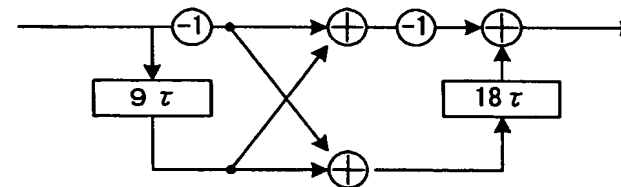


Fig. 11

12/12

$$A_o = (+ + + - + + - +)$$

$$\begin{array}{r} + + + - + + - + \\ + + + - + + - + \\ + + + - + + - + \\ \hline 1 \ 2 \ 3 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \end{array}$$

Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/11017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04B1/707

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04J13/00-13/06, H04B1/69-1/713

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 63-2384 B2 (Kyosan Electric Mfg. Co., Ltd., Railway Technical Research Institute), 19 January, 1988 (19.01.88), Fig. 1 (Family: none)	1-3, 10, 11
A	JP 2002-217778 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 02 August, 2002 (02.08.02), Par. Nos. [0014] to [0027]; Fig. 1 (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search 01 October, 2003 (01.10.03)	Date of mailing of the international search report 14 October, 2003 (14.10.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Keisuke HIGUMA, Naoki SUEHIRO, Toshiaki IMOTO, Noriyoshi KUROYANAGI, 'Jikan Kakusan Singojo deno Multi Pass Tokusei Gyoretsu o Mochiita Kokoritsu Musen Shuhasu Riyo Hoshiki no Simulation', The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.101, No.128, 22 June, 2001 (22.06.01), SST2001-20, pages 21 to 27	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04B1/707

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04J13/00-13/06, H04B1/69-1/713

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 63-2384 B2 (株式会社京三製作所, 財団法人鉄道総合技術研究所) 1988. 01. 19, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 10. 03

国際調査報告の発送日

14.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土居 仁士



5K

3251

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-217778 A (東洋通信機株式会社) 2002.08.02 段落番号【0014】-【0027】，第1図 (ファミリーなし)	1-11
A	日熊啓介，末広直樹，伊本俊明，畔柳功芳，「時間拡散信号上でのマルチパス特性行列を用いた高効率無線周波数利用方式のシミュレーション」，電子情報通信学会技術研究報告，vol.101，No.128 2001.06.22，SST2001-20，p.21-27	1-11